

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-208524
(P2001-208524A)

(43) 公開日 平成13年8月3日(2001.8.3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト*(参考)
G 0 1 B	11/24	G 0 1 B 11/00	2 F 0 6 5
	11/00	G 0 1 C 3/06	P 2 F 1 1 2
G 0 1 C	3/06	G 0 1 B 11/24	K 5 B 0 5 7
G 0 6 T	7/00	G 0 6 F 15/62	4 1 5 5 L 0 9 6
	5/20	15/68	4 0 0 A 9 A 0 0 1
審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 11 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2000-21814(P2000-21814)

(22) 出願日 平成12年1月26日(2000.1.26)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 緒形 昌美

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー
株式会社内

(74) 代理人 100082740

弁理士 田辺 恵基

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】簡易な構成で画像の領域分割を行い得る画像処理装置を得る。

【解決手段】同一の情景に対して焦点ずれによるぼけの程度が異なる複数の画像を撮像する撮像手段10と、撮像した複数の画像に基づいて、被写体までの距離情報を算出する距離情報算出手段12A~12F、13A~13Cと、算出した距離情報に基づいて画像を複数の領域に分割する領域分割手段14A~14C、15を設けた。

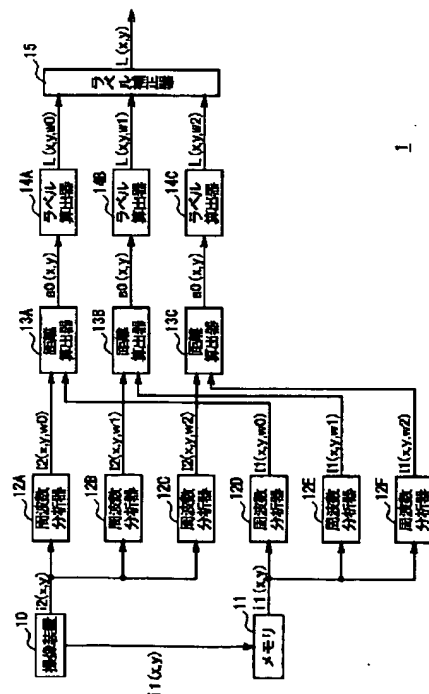


図1 第1の実施形態の形態による画像処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】画像を領域分割して所望の被写体領域を抽出する画像処理装置において、
同一の情景に対して、焦点ずれによるぼけの程度が異なる複数の画像を撮像する撮像手段と、
上記複数の画像に基づいて、被写体までの距離情報を算出する距離情報算出手段と、
上記距離情報に基づいて、上記画像を複数の領域に分割する領域分割手段とを備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】上記距離情報算出手段は、上記画像の周波数成分を抽出する周波数成分抽出手段と、複数の上記画像それぞれから抽出された上記周波数成分を比較して上記距離情報を算出する周波数成分比較手段を有することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】上記周波数成分抽出手段は、所定の変化する上記周波数成分のみを上記画像から抽出する、方向性を有するバンドパスフィルタであることを特徴とする請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項4】上記周波数成分抽出手段は、それぞれ中心周波数が同一で方向性の異なる周波数成分を上記画像から抽出する複数のバンドパスフィルタを有し、複数の当該バンドパスフィルタからそれぞれ出力される周波数成分の絶対値和を、上記中心周波数に対応した上記周波数成分とすることを特徴とする請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項5】上記周波数成分抽出手段は、それぞれ中心周波数が異なる周波数成分を上記画像から抽出する複数のバンドパスフィルタを有することを特徴とする請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項6】上記周波数成分抽出手段は、ハイパスフィルタ及びガボアフィルタからなることを特徴とする請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項7】上記領域分割手段は、上記距離情報算出手段によって算出された上記距離情報を複数の閾値で閾値処理することにより、上記画像を複数の領域に分割することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項8】上記領域分割手段は、上記距離情報算出手段によって算出された上記距離情報を所定の1つの閾値で閾値処理することにより、上記画像を被写体領域と背景領域とに分割することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項9】上記周波数成分比較手段は、複数の上記バンドパスフィルタで抽出した複数の上記周波数成分それぞれから上記距離情報を算出し、
上記領域分割手段は、複数の上記距離情報それぞれに基づいて上記画像を領域分割して被写体領域を抽出し、複数の当該被写体領域を組み合わせる1つの被写体領域を生成することを特徴とする請求項5に記載の画像処理装置。

【請求項10】上記領域分割手段は、低い中心周波数を有するバンドパスフィルタによって得られた被写体領域の境界近傍部を、より高い中心周波数を有するバンドパスフィルタによって得られた被写体領域で置き換えることを特徴とする請求項9に記載の画像処理装置。

【請求項11】画像を領域分割して所望の被写体領域を抽出する画像処理方法において、
同一の情景に対して、焦点ずれによるぼけの程度が異なる複数の画像を撮像する撮像ステップと、

10 上記複数の画像に基づいて、被写体までの距離情報を算出する距離情報算出ステップと、
上記距離情報に基づいて、上記画像を複数の領域に分割する領域分割ステップとからなることを特徴とする画像処理方法。

【請求項12】上記距離情報算出ステップは、複数の上記画像それぞれから周波数成分を抽出する周波数成分抽出ステップと、複数の上記周波数成分を比較して上記距離情報を算出する周波数成分比較ステップとからなることを特徴とする請求項11に記載の画像処理方法。

20 【請求項13】上記周波数成分抽出ステップは、所定の変化する上記周波数成分のみを上記画像から抽出することを特徴とする請求項12に記載の画像処理方法。

【請求項14】上記周波数成分抽出ステップは、上記画像から中心周波数が同一で方向性の異なる複数の周波数成分を抽出し、当該複数の周波数成分の絶対値和を上記中心周波数に対応した上記周波数成分とすることを特徴とする請求項12に記載の画像処理方法。

30 【請求項15】上記周波数成分抽出ステップは、中心周波数の異なる複数の上記周波数成分を上記画像から抽出することを特徴とする請求項12に記載の画像処理方法。

【請求項16】上記周波数成分抽出ステップは、ハイパスフィルタ及びガボアフィルタからなることを特徴とする請求項12に記載の画像処理方法。

【請求項17】上記領域分割ステップは、上記距離情報算出ステップで算出した上記距離情報を複数の閾値で閾値処理することにより、上記画像を複数の領域に分割することを特徴とする請求項11に記載の画像処理方法。

40 【請求項18】上記領域分割ステップは、上記距離情報算出ステップで算出した上記距離情報を所定の1つの閾値で閾値処理することにより、上記画像を被写体領域と背景領域とに分割することを特徴とする請求項11に記載の画像処理方法。

【請求項19】上記周波数成分比較ステップは、中心周波数の異なる複数の上記周波数成分それぞれから上記距離情報を算出し、
上記領域分割ステップは、複数の上記距離情報それぞれに基づいて上記画像を領域分割して被写体領域を抽出し、複数の当該被写体領域を組み合わせる1つの被写体

領域を生成することを特徴とする請求項15に記載の画像処理方法。

【請求項20】上記領域分割ステップは、低い中心周波数の周波数成分に基づいて抽出した被写体領域の境界近傍部を、より高い中心周波数の周波数成分に基づいて抽出した被写体領域で置き換えることを特徴とする請求項19に記載の画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は画像処理装置及び画像処理方法に関し、例えば撮影した画像から被写体領域を抽出する画像処理装置及び画像処理方法に適用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】従来、撮影した画像から被写体領域を抽出する領域分割方法として、いくつかの方法が提案されており、それらは大分して2つの方法に分類される。

【0003】第1の方法は、1枚の画像を用いて領域分割を行う方法であり、例えば近傍の画素値の類似度に基づいて領域を分割する方法や、画像の色空間をクラスタリングして領域を分割する方法等がある。

【0004】第2の方法は、複数の画像から被写体の距離情報を算出し、当該距離情報に基づいて領域分割を行*

$$\frac{1}{a_0} + \frac{1}{b_0} = \frac{1}{f}$$

..... (1)

【0009】DFDにおいては、撮像面位置と対象物体Aの合焦位置とが異なることを前提として、撮像面上に投影された像のぼけの程度から合焦位置 b_0 を求め、これを(1)式に代入することにより、対象物体Aまでの距離 a_0 を算出する。

$$i_1 = h d_1 * i_0$$

【0012】ここで、*は畳込演算を示す。また $h d_1$ は拡散の状態を示す関数PSF (Point Spread Function : 点広がり関数)であり、撮像面と合焦位置との距離 $b_0 - b_1$ に比例する錯乱円直径 d_1 に依存する。そこで、錯乱円直径 d_1 をパラメータとするPSFのモデルを仮定し、観測画像 i_1 から錯乱円直径 d_1 を推定する。但し(2)式からも分かるように、観測画像 i_1 は対象物体の像 i_0 に依存しているため、このままでは錯乱円直径 d_1 を算出することができない。

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{H d_1 i_0}{H d_2 i_0} = \frac{H d_1}{H d_2}$$

【0015】ここで、 i_1 、 i_2 、 i_0 、 $H d_1$ 、 $H d_2$ はそれぞれ観測画像 i_1 及び i_2 、合焦画像 i_0 、PSF $h d_1$ 及び $h d_2$ のフーリエ変換である。この(3)式と図5の幾何学的関係により、対象物体Aに依存することなく錯乱円直径 d_1 及び d_2 を算出することができる。

【0016】

*う方法である。

【0005】例えば、2つの撮像系で撮像した2枚の画像を用い、両眼視差に基づいて画像の奥行き情報を得て、当該奥行き情報に基づいて領域を分割する方法がある。この方法の場合、比較的精度の高い領域分割を行うことができるが、2つの撮像系が必要であり、また2枚の画像間での対応点を検出するために多くの演算が必要となる。

【0006】これに対して、1つの撮像系から得た複数の画像から画像の奥行き情報を得る方法として、DFD (Depth From Defocus) と呼ばれる方法が一般に知られている。DFDは、画像のぼけ情報から被写体の距離を推定する方法であり、複数の撮像系を必要としないことや、複雑な演算を必要としないといった利点を有している。

【0007】このDFDの原理を図5を用いて説明する。図5において、対象物体Aまでの距離 a_0 は、当該対象物体Aが合焦する位置 b_0 が既知であれば、レンズRの焦点距離 f から、(1)式を用いて算出することができる。

【0008】

【数1】

※【0010】いま、撮像面が b_1 にある場合、距離 a_0 の物体表面上の点は撮像面上において錯乱円と呼ばれる円形に拡散し、(2)式で表される像 i_1 を形成する。

【0011】

【数2】

..... (2)

★乱円直径 d_1 を求めることができない。

【0013】そこで、異なる撮像面位置 b_2 における観測画像 i_2 を撮像し、画像の周波数領域上における観測画像 i_1 と観測画像 i_2 との比を取ることににより、(3)式のように観測画像とPSFの関係を導くことができる。

【0014】

【数3】

..... (3)

☆【発明が解決しようとする課題】このようにDFDは、原理的に簡単な装置及び演算によって被写体までの距離を算出することが可能であるが、その一方で、PSFのモデル化や周波数分析の方法によって推定精度が制約されるという問題がある。

【0017】例えば、(3)式を用いて距離を推定するためには、PSFに具体的な関数を与える必要がある

が、実際のPSFはカメラのアイリス（絞り）形状に依存するため、一般に単純な関数で表すことは困難であり、またアイリス形状の精密なモデル化は、演算量の増大を招くことになるという問題がある。

【0018】また、(3)式における錯乱円直径と周波数成分の関係は周波数毎に変化するため、距離の推定精度を向上するためには高い周波数分解能で周波数成分を抽出する必要があるが、このことは演算量の増大を伴うとともに、空間分解能を犠牲にするという問題がある。

【0019】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、簡易な構成で画像の領域分割を行い得る画像処理装置及び画像処理方法を提案しようとするものである。

【0020】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、画像を領域分割して所望の被写体領域を抽出する画像処理装置において、同一の情景に対して、焦点ずれによるぼけの程度が異なる複数の画像を撮像する撮像手段と、撮像した複数の画像に基づいて、被写体までの距離情報を算出する距離情報算出手段と、算出した距離情報に基づいて、画像を複数の領域に分割する領域分割手段とを設けた。

【0021】また距離情報算出手段に、画像の周波数成分を抽出する周波数成分抽出手段と、複数の画像それぞれから抽出された周波数成分を比較して距離情報を算出する周波数成分比較手段とを設けた。

【0022】撮像した複数の画像から周波数成分を抽出し、当該周波数成分を比較して被写体までの距離情報を算出することにより、簡易な構成及び簡易な演算で被写体領域分割処理を行うことができる。

【0023】

【発明の実施の形態】以下図面について、本発明の一実施の形態を詳述する。

【0024】(1)第1の実施の形態

(1-1)第1の実施の形態の構成

図1において、1は全体として本発明の第1の実施の形態による画像処理装置を示し、撮像手段としての撮像装置10は、まず第1の撮像面位置で撮像対象を撮像し、第1の画像信号*i*1(*x*, *y*)をメモリ11に供給する。続いて撮像装置10は第2の撮像面位置で撮像対象*

$g w(x, y) =$

$$\frac{1}{2\pi s} \exp \left[-\frac{x^2 + y^2}{2s^2} \right] \exp [j(xwx + ywy)] \quad \dots (4)$$

【0032】このガボアフィルタ22A~22Cは、ガウス関数の標準偏差*s*で制限された局所領域内において、それぞれ異なる方向 $\tan^{-1}(wy/wx)$ に沿って中心周波数 $w = (wx^2 + wy^2)^{1/2}$ で変化する周波数成分を第1の画像信号*i*1(*x*, *y*)から抽出し、※50

*を撮像し、第2の画像信号*i*2(*x*, *y*)を周波数分析器12A~12Cに供給する。

【0025】ここで、第1の画像信号*i*1(*x*, *y*)及び第2の画像信号*i*2(*x*, *y*)は輝度信号であり、(*x*, *y*)は画像上の位置を表す座標である。また、第1の画像信号*i*1(*x*, *y*)及び第2の画像信号*i*2(*x*, *y*)はそれぞれ撮像面位置が異なるため、焦点ずれによるぼけの程度がそれぞれ異なる。

【0026】メモリ11は第1の画像信号*i*1(*x*, *y*)を遅延させ、第2の画像信号*i*2(*x*, *y*)に同期して周波数分析器12D~12Fに供給する。

【0027】周波数成分抽出手段としての周波数分析器12A、12B及び12Cは、それぞれ入力した第2の画像信号*i*2(*x*, *y*)に対して固有の中心周波数でバンドパスフィルタ処理を施し、それぞれ画像上の各位置(*x*, *y*)に対応する周波数成分*I*2(*x*, *y*, *w*0)、*I*2(*x*, *y*, *w*1)及び*I*2(*x*, *y*, *w*2)を生成し、それぞれ対応する距離算出器13A、13B及び13Cに出力する。

【0028】同様に周波数成分抽出手段としての周波数分析器12D、12E及び12Fは、それぞれ入力した第1の画像信号*i*1(*x*, *y*)に対して固有の中心周波数でバンドパスフィルタ処理を施し、それぞれ画像上の各位置(*x*, *y*)に対応する周波数成分*I*1(*x*, *y*, *w*0)、*I*1(*x*, *y*, *w*1)及び*I*1(*x*, *y*, *w*2)を生成し、それぞれ対応する距離算出器13A、13B及び13Cに出力する。

【0029】図2は周波数分析器12Aの構成を示し、他の周波数分析器12B~12Fも同一の構成を有している。周波数分析器12Aにおいては、撮像装置10から供給された第1の画像信号*i*1(*x*, *y*)をハイパスフィルタ21に入力する。ハイパスフィルタ21は、第1の画像信号*i*1(*x*, *y*)の直流成分を除去し、ガボアフィルタ22A~22Cに供給する。

【0030】ガボアフィルタ22A~22Cは、(4)式に示す2次元複素数正弦波関数と2次元ガウス関数の積によって構成される。

【0031】

【数4】

※それぞれ対応する絶対値算出器23A~23Cに供給する。一般に、低い空間周波数成分を抽出するためには画像上においてより広い範囲の情報をを用いる必要があるため、(4)式の標準偏差*s*は中心周波数*w*に応じて、(5)式のように与えられる。

【0033】

* * 【数5】

$$\sigma = \frac{2\pi c}{w}$$

..... (5)

【0034】絶対値算出器23A~23Cは、それぞれ入力した周波数成分を絶対値化し、加算器24に供給する。加算器24は、絶対値算出器23A~23Cから入力した、それぞれ方向性の異なる周波数成分を加算し、かくして周波数分析器12Aは角周波数wの周波数成分I2(x, y, w0)を生成して距離算出器13A(図1)に供給する。

※の距離算出器13A、13B及び13Cは、それぞれ入力した撮像面位置の異なる2つの周波数成分I1(x, y, w0)及びI2(x, y, w0)から、(6)式に基づいて、第1の撮像面位置に対応する第1の錯乱円直径d1(x, y)及び第2の撮像面位置に対応する第2の錯乱円直径d2(x, y)を算出する。

【0036】

【0035】図1において、周波数成分比較手段として※
dn(x, y) =

【数6】

$$\frac{-bm u D \pm \sqrt{u b m^2 (u D^2 - r(x, y) v)}}{u v}$$

..... (6)

$$u = b^2 - b_1, \quad v = b^2 + b_1$$

【0037】ここで、mはn=1のときm=2、n=2のときm=1となる整数である。またbnはレンズから撮像面までの距離、Dはアイリスの直径であり、これらは予め既知な値である。

20★た値であり、焦点ずれによるぼけのPSFを(7)式のガウス関数で近似し、またガウス関数の標準偏差sのp倍を錯乱円の半径と定義することにより、(8)式で与えられる。

【0038】また、r(x, y)は各画像の周波数成分I1(x, y, w0)、I2(x, y, w0)に依存し★

【0039】

【数7】

$$h s(x, y) = \frac{1}{2\pi s^2} \exp \left[-\frac{x^2 + y^2}{2s^2} \right]$$

..... (7)

【0040】

☆ ☆ 【数8】

$$\frac{r(x, y)}{4} =$$

$$-\frac{2p^2 \{ \ln(I1(x, y, wk)) - \ln(I2(x, y, wk)) \}}{wk^2}$$

..... (8)

【0041】そして距離算出器13A、13B及び13Cは、それぞれ(6)式で得られた錯乱円直径を図5から求まる(9)式に代入することにより画像上の位置(x, y)に投影された被写体が合焦する撮像面位置b◆40

◆0を算出する。

【0042】

【数9】

$$b_1 - b_0 : d_1 = b_1 - b_0 : d_2$$

$$b_0 : D = b_1 - b_0 : d_1$$

..... (9)

【0043】さらに距離算出器13A、13B及び13Cは、それぞれ撮像面位置b0を(1)式に代入することにより被写体距離a0(x, y)を算出し、それぞれ対応するラベル算出器14A、14B及び14Cに供給する。

* a0(x, y)に対して予め設定された閾値を用いて閾値処理し、その結果に基づいて、画像上の各点(x, y)に対して領域を表すラベルを貼り付けてラベル画像L(x, y, w0)、L(x, y, w1)及びL(x, y, w2)を生成し、ラベル補正器15に供給する。

【0044】領域分割手段としてのラベル算出器14

【0045】例えば、閾値としてT0、T1、T2、... (T0 < T1 < T2...) が与えられている場合、ラ

A、14B及び14Cは、それぞれ入力した被写体距離*50

ベル画像 $L(x, y, w_k)$ は次式で与えられる。

*【数10】

【0046】

$$L(x, y, w_k) = \begin{cases} 0 & \cdots \cdots 0 \leq a_0(x, y) < T_0 \\ 1 & \cdots \cdots T_0 \leq a_0(x, y) < T_1 \\ 2 & \cdots \cdots T_1 \leq a_0(x, y) < T_2 \\ \vdots & \vdots \end{cases} \quad \cdots \cdots (10)$$

【0047】領域分割手段としてのラベル補正器15は、それぞれ異なる中心周波数に基づいて得られたラベル画像 $L(x, y, w_0)$ 、 $L(x, y, w_1)$ 及び $L(x, y, w_2)$ を統合し、最終的な領域分割結果を表すラベル画像 $L(x, y,)$ を生成する。

10※A及び15Bは、ある中心周波数 w_k に対応したラベル画像 $L(x, y, w_k)$ の各位置におけるラベルを(11)式を用いて修正し、修正ラベル画像 $L'(x, y, w_k)$ を生成する。

【0049】

【0048】図3はラベル補正器15を示し、ラベル修正器15A及び15Bで構成される。ラベル修正器15※

【数11】

$L'(x, y, w_k) =$

$$\begin{cases} L'(x, y, w_{k+1}) \\ \quad \text{if } L'(x, y, w_{k+1}) = L'(x + \Delta x, y + \Delta y, w_{k+1}) \\ \quad \quad \text{for all } (\Delta x, \Delta y) \in R \\ L(x, y, w_k) \quad \text{if others} \end{cases}$$

..... (11)

【0050】ラベル修正器15A及び15Bは、ある中心周波数 w_k に対応したラベル画像 $L(x, y, w_k)$ に対して、中心周波数が一段階低い修正済みのラベル画像 $L'(x, y, w_{k+1})$ を調べ、局所領域 R 内の単一のラベルのみが存在する位置 (x', y') を検出し、 $L(x', y', w_k)$ の値を $L'(x', y', w_{k+1})$ で置き換える。ラベル補正器15は、ラベル修正器15A及び15Bによってこの修正を中心周波数の低いラベル画像から順次繰り返す、最終的に得られた修正ラベル画像 $L'(x, y, w_0)$ を、領域分割の結果としてのラベル画像 $L(x, y)$ として出力する。なお、最低中心周波数 w_N (本実施例の場合は $w_N = w_2$) に対する修正ラベル画像は、 $L'(x, y, w_N) = L(x, y, w_N)$ として与えられる。

【0051】すなわちラベル修正器15Aはラベル画像 $L(x, y, w_1)$ に対して、修正ラベル画像 $L'(x, y, w_2)$ を調べて局所領域 R 内の単一のラベルのみが存在する位置 (x', y') を検出し、 $L(x', y', w_1)$ の値を $L'(x', y', w_2)$ で置き換えて修正ラベル画像 $L'(x, y, w_1)$ を生成し、これをラベル修正器15Bに供給する。

【0052】ラベル修正器15Bはラベル画像 $L(x, y, w_0)$ に対して、修正ラベル画像 $L'(x, y, w_1)$ を調べて局所領域 R 内の単一のラベルのみが存在す★50

★る位置 (x', y') を検出し、 $L(x', y', w_0)$ の値を $L'(x', y', w_1)$ で置き換えて修正ラベル画像 $L'(x, y, w_0)$ を生成し、これをラベル画像 $L(x, y)$ として出力する。

【0053】かくして画像処理装置1は、撮像装置10で撮像して得られた第1の画像信号 $i_1(x, y)$ 及び第2の画像信号 $i_2(x, y)$ について、被写体までの距離に基づいて画像の領域を分割してラベル画像 $L(x, y)$ を生成する。

【0054】(1-2)第1の実施の形態の動作及び効果以上の構成において、画像処理装置1は、撮像装置10によって撮像対象を2つの異なる撮像面位置で撮像し、焦点ずれによるぼけの程度が異なる第1の画像信号 $i_1(x, y)$ 及び第2の画像信号 $i_2(x, y)$ を生成する。

【0055】周波数分析器12A、12B及び12Cは、第2の画像信号 $i_2(x, y)$ に対して、ハイパスフィルタ21及びガボアフィルタ22A~22Cを用いてそれぞれ異なる中心周波数でバンドパスフィルタ処理を施して周波数成分を抽出し、それぞれ周波数成分 $I_2(x, y, w_0)$ 、 $I_2(x, y, w_1)$ 及び $I_2(x, y, w_2)$ を生成して対応する距離算出器13A、13B及び13Cに出力する。

【0056】また周波数分析器12D、12E及び12

11

Fは、第1の画像信号 $i1(x, y)$ に対してそれぞれ異なる中心周波数でバンドパスフィルタ処理を施して周波数成分を抽出し、それぞれ周波数成分 $I1(x, y, w0)$ 、 $I1(x, y, w1)$ 及び $I1(x, y, w2)$ を生成して対応する距離算出器13A、13B及び13Cに出力する。

【0057】距離算出器13A、13B及び13Cは、撮像面位置が異なる2つの画像信号から同一の中心周波数で抽出された2つの周波数成分を用いて画像上の各位置におけるぼけの錯乱円直径を算出し、当該錯乱円直径に基づいて画像上の各位置の被写体距離 $a0(x, y)$ を算出し、それぞれ対応するラベル算出器14A、14B及び14Cに供給する。

【0058】ラベル算出器14A、14B及び14Cは、それぞれ被写体距離 $a0(x, y)$ に対して予め設定された閾値を用いて閾値処理し、画像上の各点に対して領域を表すラベルを貼り付けたラベル画像 $L(x, y, w0)$ 、 $L(x, y, w1)$ 及び $L(x, y, w2)$ を生成し、ラベル補正器15に供給する。

【0059】ラベル補正器15は、それぞれ異なる中心周波数に基づいて得られたラベル画像 $L(x, y, w0)$ 、 $L(x, y, w1)$ 及び $L(x, y, w2)$ を統合し、最終的な領域分割結果を表すラベル画像 $L(x, y)$ を生成する。

【0060】以上の構成によれば、異なる撮像面位置で撮像された第1の画像信号 $i1(x, y)$ 及び第2の画像信号 $i2(x, y)$ に対してバンドパスフィルタ処理を施して周波数成分を抽出し、当該周波数成分を用いて画像上の各位置における被写体距離を算出した後当該被写体距離を閾値処理することにより、簡易な構成及び簡易な演算で被写体領域分割処理を行うことができる。

【0061】(2)第2の実施の形態

(2-1)第2の実施の形態の構成

図1において、2は全体として本発明の第2の実施の形態による画像処理装置を示し、ローパスフィルタ16A～16D及びダウンサンプラ器17A～17Dを有していること、及び周波数分析器18A～18F内のガボアフィルタが全て同一の中心周波数 w を有していること以外は、第1の実施の形態による画像処理装置1と同一である。

【0062】撮像手段としての撮像装置10は、まず第1の撮像面位置で撮像対象を撮像し、第1の画像信号 $i1(x, y)$ をメモリ11に供給する。続いて撮像装置10は第2の撮像面位置で撮像対象を撮像し、第2の画像信号 $i2(x, y)$ を周波数分析器18A及びローパスフィルタ16Aに供給する。

【0063】ローパスフィルタ16Aは、第2の画像信号 $i2(x, y)$ に対して固有の周波数でローパスフィルタ処理を施して高周波成分を削減し、ダウンサンプラ器17Aに出力する。ダウンサンプラ器17Aは、第2

12

の画像信号 $i2(x, y)$ に対して垂直及び水平方向について1画素おきの間引き処理を行って間引き画像信号 $i2(x/2, y/2)$ を生成し、周波数分析器18B及びローパスフィルタ16Bに供給する。ここでローパスフィルタ16Aは、第2の画像信号 $i2(x, y)$ の高周波成分を削減することにより、ダウンサンプラ器17Aにおける間引き処理によるエリアシングの発生を回避する。

【0064】同様にローパスフィルタ16Bは、間引き画像信号 $i2(x/2, y/2)$ に対して固有の周波数でローパスフィルタ処理を施して高周波成分を削減し、ダウンサンプラ器17Bに出力する。ダウンサンプラ器17Bは、間引き画像信号 $i2(x/2, y/2)$ に対して垂直及び水平方向について1画素おきの間引き処理を行って間引き画像信号 $i2(x/4, y/4)$ を生成し、周波数分析器18Cに供給する。

【0065】周波数成分抽出手段としての周波数分析器18A、18B及び18Cは、それぞれ入力した第2の画像信号 $i2(x, y)$ 、間引き画像信号 $i2(x/2, y/2)$ 及び間引き画像信号 $i2(x/4, y/4)$ に対して同一の中心周波数 w でバンドパスフィルタ処理を施し、それぞれ周波数成分 $I2(x, y, w)$ 、 $I2(x/2, y/2, w)$ 及び $I2(x/4, y/4, w)$ を生成して対応する距離算出器13A、13B及び13Cに供給する。

【0066】ここで、周波数分析器18Bに供給される間引き画像信号 $i2(x/2, y/2)$ は、周波数分析器18Aに供給される第2の画像信号 $i2(x, y)$ に比べて、垂直及び水平方向について $1/2$ の画素数となっている。このため周波数分析器18Bは、等価的に $w/2$ の周波数成分を抽出することになる。同様に、周波数分析器18Cに供給される間引き画像信号 $i2(x/4, y/4)$ は、周波数分析器18Aに供給される第2の画像信号 $i2(x, y)$ に比べて、垂直及び水平方向について $1/4$ の画素数となっている。このため周波数分析器18Cは、等価的に $w/4$ の周波数成分を抽出することになる。

【0067】すなわち、周波数分析器18Aを0段目とし、周波数分析器18Bを1段目とすると、 k 段目の周波数分析器は $w_k = w/2^k$ の周波数成分を抽出する。

【0068】ここで、間引き画像信号 $i2(x/2, y/2)$ は第2の画像信号 $i2(x, y)$ に比べて垂直及び水平方向に $1/2$ の画素数であるから、周波数分析器18Bは周波数分析器18Aに比べて周波数成分の算出における演算量が少なくなり、同様に周波数分析器18Cは周波数分析器18Bに比べて周波数成分の算出における演算量が少なくなる。このため画像処理装置2は、第1の実施の形態の画像処理装置1に比べて少ない演算量で同一の処理を行うことができる。

【0069】一方、メモリ11は、第1の画像信号 $i1$

(x, y)を遅延させ、第2の画像信号i2(x, y)に同期して周波数分析器18D及びローパスフィルタ16Cに供給する。

【0070】ローパスフィルタ16Cは、第1の画像信号i1(x, y)に対して固有の周波数でローパスフィルタ処理を施して高周波成分を削減し、ダウンサンプラ器17Cに出力する。ダウンサンプラ器17Cは、第1の画像信号i1(x, y)に対して垂直及び水平方向について1画素おきの間引き処理を行って間引き画像信号i1(x/2, y/2)を生成し、周波数分析器18E及びローパスフィルタ16Dに供給する。

【0071】同様にローパスフィルタ16Dは、間引き画像信号i1(x/2, y/2)に対して固有の周波数でローパスフィルタ処理を施して高周波成分を削減し、ダウンサンプラ器17Dに出力する。ダウンサンプラ器17Dは、間引き画像信号i1(x/2, y/2)に対して垂直及び水平方向について1画素おきの間引き処理を行って間引き画像信号i1(x/4, y/4)を生成し、周波数分析器18Fに供給する。

【0072】周波数成分抽出手段としての周波数分析器18D、18E及び18Fは、それぞれ入力した第1の画像信号i2(x, y)、間引き画像信号i1(x/2, y/2)及び間引き画像信号i1(x/4, y/4)に対して同一の中心周波数wでバンドパスフィルタ処理を施し、それぞれ周波数成分I1(x, y, w)、I1(x/2, y/2, w)及びI1(x/4, y/4, w)を生成し、対応する周波数成分比較手段としての距離算出器13A、13B及び13に供給する。

【0073】距離算出器13Aは、周波数成分I1(x, y, w)及びI2(x, y, w)に基づいて被写体距離a0(x, y)を算出し、ラベル算出器14Aに*

*供給する。

【0074】また距離算出器13Bは、周波数成分I1(x/2, y/2, w)及び周波数成分I2(x/2, y/2, w)に基づいて被写体距離a0(x/2, y/2)を算出し、ラベル算出器14Bに供給する。

【0075】同様に距離算出器13Cは、周波数成分I1(x/4, y/4, w)及び周波数成分I2(x/4, y/4, w)に基づいて被写体距離a0(x/4, y/4)を算出し、ラベル算出器14Cに供給する。

【0076】領域分割手段としてのラベル算出器14A、14B及び14Cは、それぞれ入力した被写体距離a0(x, y)、a0(x/2, y/2)及びa0(x/4, y/4)に対して予め設定された閾値を用いて閾値処理し、その結果に基づいて、画像上の各点に対して領域を表すラベルを貼り付けてラベル画像L(x, y, w)、L(x/2, y/2, w)及びL(x/4, y/4, w)を生成し、ラベル補正器15に供給する。

【0077】領域分割手段としてのラベル補正器15は、ラベル画像L(x, y, w)、L(x/2, y/2, w)及びL(x/4, y/4, w)を統合し、最終的な領域分割結果を表すラベル画像L(x, y)を生成する。

【0078】ここでラベル画像L(x, y, w)、L(x/2, y/2, w)及びL(x/4, y/4, w)は、ダウンサンプラ器16A～16Dによる間引き処理によって、それぞれ画素数が異なる。このためラベル補正器15は各ラベル画像の画素数の違いを考慮して、(12)式を用いてラベルの修正を行いラベル画像L(x, y)を生成する。

【0079】

【数12】

$$L' \left(\frac{x}{2}, \frac{y}{2}, wk+1 \right) \\ \text{if } L' \left(\frac{x}{2}, \frac{y}{2}, wk+1 \right) = \\ L' \left(\frac{x}{2} + \Delta x, \frac{y}{2} + \Delta y, wk+1 \right) \\ \text{for all } (\Delta x, \Delta y) \in R \\ L(x, y, wk) \text{ if others}$$

..... (12)

【0080】(2-2)第2の実施の形態の動作及び効果以上の構成において、画像処理装置2は、撮像装置10によって撮像対象を2つの異なる撮像面位置で撮像し、焦点ずれによるぼけの程度が異なる第1の画像信号※50

※i1(x, y)及び第2の画像信号i2(x, y)を生成する。

【0081】そして画像処理装置2は、第2の画像信号i2(x, y)及び第1の画像信号i1(x, y)をそ

れぞれ対応する周波数分析器18A及び18Dに供給するとともに、第2の画像信号 $i2(x, y)$ 及び第1の画像信号 $i1(x, y)$ をそれぞれ縦横 $1/2$ に間引き処理して対応する周波数分析器18B及び18Eに供給し、さらに第2の画像信号 $i2(x, y)$ 及び第1の画像信号 $i1(x, y)$ をそれぞれ縦横 $1/4$ に間引き処理して対応する周波数分析器18C及び18Fに供給する。

【0082】周波数分析器18A～18Fは、それぞれ画像信号に対して同一の中心周波数でバンドパスフィルタ処理を施して周波数成分を抽出し、対応する距離算出器13A、13B及び13Cに出力する。

【0083】距離算出器13A、13B及び13Cは、撮像面位置が異なる2つの画像信号から同一の中心周波数で抽出された2つの周波数成分を用いて画像上の各位置におけるぼけの錯乱円直径を算出し、当該錯乱円直径に基づいて画像上の各位置の被写体距離 $a0(x, y)$ 、 $a0(x/2, y/2)$ 及び $a0(x/4, y/4)$ を算出し、それぞれ対応するラベル算出器14A、14B及び14Cに供給する。

【0084】ラベル算出器14A、14B及び14Cは、それぞれ被写体距離 $a0(x, y)$ 、 $a0(x/2, y/2)$ 及び $a0(x/4, y/4)$ に対して予め設定された閾値を用いて閾値処理し、画像上の各点に対して領域を表すラベルを貼り付けたラベル画像 $L(x, y, w)$ 、 $L(x/2, y/2, w)$ 及び $L(x/4, y/4, w)$ を生成し、ラベル補正器15に供給する。

【0085】ラベル補正器15は、それぞれ異なる画素数のラベル画像 $L(x, y, w)$ 、 $L(x/2, y/2, w)$ 及び $L(x/4, y/4, w)$ をを統合し、最終的な領域分割結果を表すラベル画像 $L(x, y)$ を生成する。

【0086】以上の構成によれば、異なる撮像面位置で撮像された第1の画像信号 $i1(x, y)$ 及び第2の画像信号 $i2(x, y)$ をそれぞれ縦横 $1/2$ 及び $1/4$ に間引き処理して周波数成分を抽出し、当該周波数成分を用いて画像上の各位置における被写体距離を算出した後当該被写体距離を閾値処理することにより、周波数成分抽出処理の演算量を削減し、簡易な構成及び簡易な演算で被写体領域分割処理を行うことができる。

【0087】(3)他の実施の形態なお上述の第1及び第2の実施の形態においては、輝度信号でなる第1の画像信号 $i1(x, y)$ 及び第2の画像信号 $i2(x, y)$ に基づいて被写体領域分割を行うようにしたが、本発明はこれに限らず、カラー信号に基づいて被写体領域分割を行うようにしても良い。

【0088】また上述の第1及び第2の実施の形態においては、第1の画像信号 $i1(x, y)$ をメモリ11で遅延し、第2の画像信号 $i2(x, y)$ に同期して後段

の周波数分析器に供給するようにしたが、本発明はこれに限らず、ブロックマッチング方法等による画像の位置ずれ補正手段をメモリ11と後段の周波数分析器の間に設け、撮像時における手ぶれ等による、第1の画像信号 $i1(x, y)$ と第2の画像信号 $i2(x, y)$ との位置ずれを補正するようにしても良い。

【0089】また上述の第1及び第2の実施の形態においては、距離算出器で算出した被写体距離について複数の閾値で閾値処理し、画像を複数の領域に分割したが、本発明はこれに限らず、距離算出器で算出した被写体距離について、一つの閾値で閾値処理し、画像を背景領域及び被写体領域に分割するようにしても良い。

【0090】さらに上述の第1及び第2の実施の形態においては、第1の画像信号 $i1(x, y)$ 及び第2の画像信号 $i2(x, y)$ に対して、それぞれ3つの周波数分析器で周波数成分を抽出するようにしたが、本発明はこれに限らず、第1の画像信号 $i1(x, y)$ 及び第2の画像信号 $i2(x, y)$ に対してそれぞれ2つの周波数分析器で周波数成分を抽出したり、あるいはそれぞれ3つ以上の周波数分析器で周波数成分を抽出するようにしても良い。

【0091】さらに上述の第1及び第2の実施の形態においては、撮像面位置の異なる2つの画像信号を用いて被写体領域を抽出するようにしたが、本発明はこれに限らず、撮像面位置の異なる2つ以上の画像信号を用いて被写体領域を抽出するようにしてもよい。

【0092】

【発明の効果】以上の構成によれば、撮像した複数の画像から周波数成分を抽出し、当該周波数成分を比較して被写体までの距離情報を算出することにより、DFDの簡便さを損なうことなく、簡易な構成及び簡易な演算で被写体領域分割処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による画像処理装置の全体構成を示すブロック図である。

【図2】周波数分析器の構成を示すブロック図である。

【図3】ラベル補正器の構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態による画像処理装置の全体構成を示すブロック図である。

【図5】DFDの原理を示す略線図である。

【符号の説明】

1、2……画像処理装置、10……撮像装置、11……メモリ、12A～12F、18A～18F……周波数分析器、13A～13C……距離算出器、14A～14C……ラベル算出器、15……ラベル補正器、16A～16D……ローパスフィルタ、17A～17D……ダウンサンプラ器、21……ハイパスフィルタ、22A～22C……ガウシアフィルタ、23A～23C……絶対値算出器、24……加算器。

【図1】

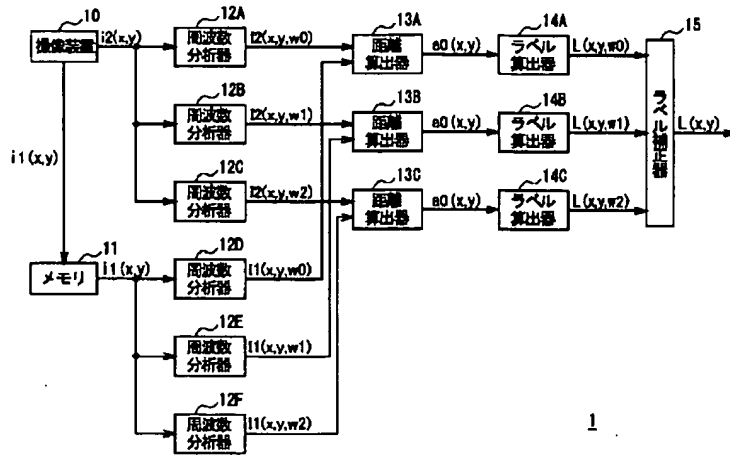


図1 第1の実施の形態による画像処理装置

【図2】

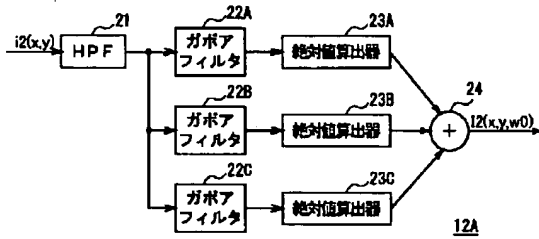


図2 周波数分析器の構成

【図4】

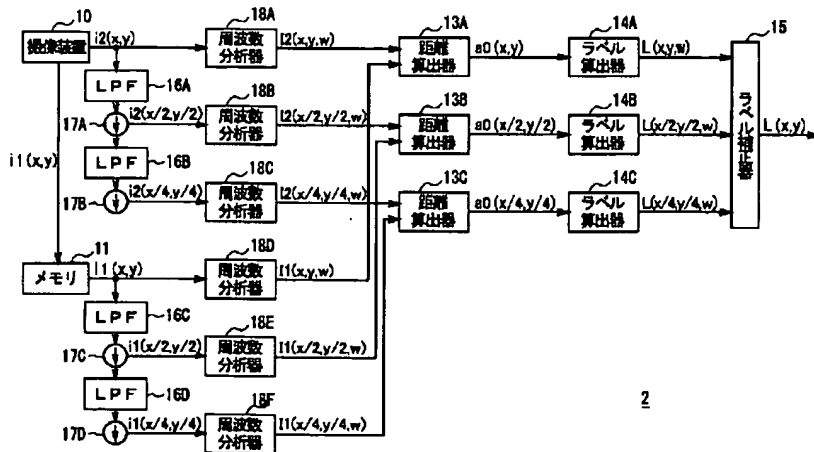


図4 第2の実施の形態による画像処理装置

【図3】

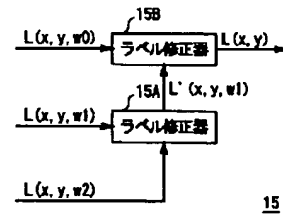


図3 ラベル補正器の構成

